

Uni-OCXO

Universelles OCXO Modul

Manual und Baubeschreibung

Günter Fred Mandel, DL4ZAO

Michael Knietzsch, DL7UKM

Status: – in Bearbeitung



Bild: Uni-OCXO bestückt mit Morion MV180 Doppelofen-OCXO (Foto DL7UKM)

- stabile standalone Frequenzreferenz mit niedrigem Phasenrauschen
- Für diverse Varianten und Fabrikate von Quarzoszillatoren (OCXO, VC-OCXO)
- Ausgang – Rechteck ca. 2,2V_{ss} an 50 Ω
- Erweiterbar (Zusatzbaugruppe: 4 x Fanout-Buffer) um 4 Ausgänge mit Sinussignal 7dBm.
- Referenz für Frequenzzähler, Timer, Digimodes und SAT-Betriebsarten
- Erweiterbar um PLL-GPS-Anbindung

Inhalt

Allgemeines	3
Anwendungen.....	3
Beschreibung der Schaltung.....	3
Schaltbild	4
Bestückungszeichnung	5
Aufbau.....	6
<i>Einstellung der Oszillator Versorgungsspannung (Vcc)</i>	<i>6</i>
<i>Bestückungshinweise.....</i>	<i>6</i>
<i>Funktion der Steckverbinder und Jumper</i>	<i>7</i>
<i>Test- und Messpunkte.....</i>	<i>8</i>
Inbetriebnahme	8
Zusatzbaugruppe 4 x Fanout-Buffer	9
Referenzen und weiterführende Informationen	10
Stückliste	11
OCXO (Oven Controlled Crystal Oscillator)	15
Tabelle verwendbarer Oszillatortypen	16
Änderungshistorie.....	18
Anhang - Hintergrundwissen zum Verständnis der Begriffe.....	20

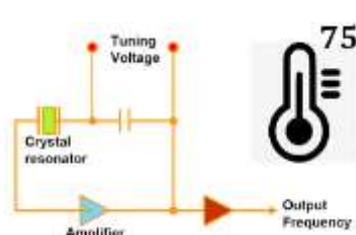
Allgemeines

Auf den einschlägigen Online Handelsplattformen sind gebrauchte Ofen-Quarzoszillatoren (OCXO) aus ausgemusterten Mobilfunk Basisstationen zu einem Bruchteil des Neupreises erhältlich. Damit lassen sich günstig Normalfrequenzgeneratoren von hoher Stabilität bauen. Das Uni-OCXO Modul ist zur Aufnahme von unterschiedlichen Bauformen und Typen von gebräuchlichen OCXO mit unterschiedlichen Frequenzen vorbereitet. Es enthält die notwendige Spannungsversorgung und eine Präzisionsreferenzquelle für die Abstimmspannung zur Justierung auf die Sollfrequenz. Mit Steckbrücken lassen sich verschiedene Betriebsmodi unterschiedlicher OCXO realisieren. Mit den verwendeten 74AC14 Schmitt-Triggerern als Ausgangstreiber sind Oszillatoren mit Frequenzen bis 40MHz einsetzbar, typisch etwas mehr.

Anwendungen

- Messtechnik: zur Synchronisierung von Frequenzmessern, Zeitmessern, Signal-Generatoren.
- Synchronisierung von Sendern, Empfängern, SDR
- Frequenzaufbereitung für SAT Transverter und LNB.
- Taktgeber für zeitkritische Digimodes
- Eichmarkengenerator

Beschreibung der Schaltung



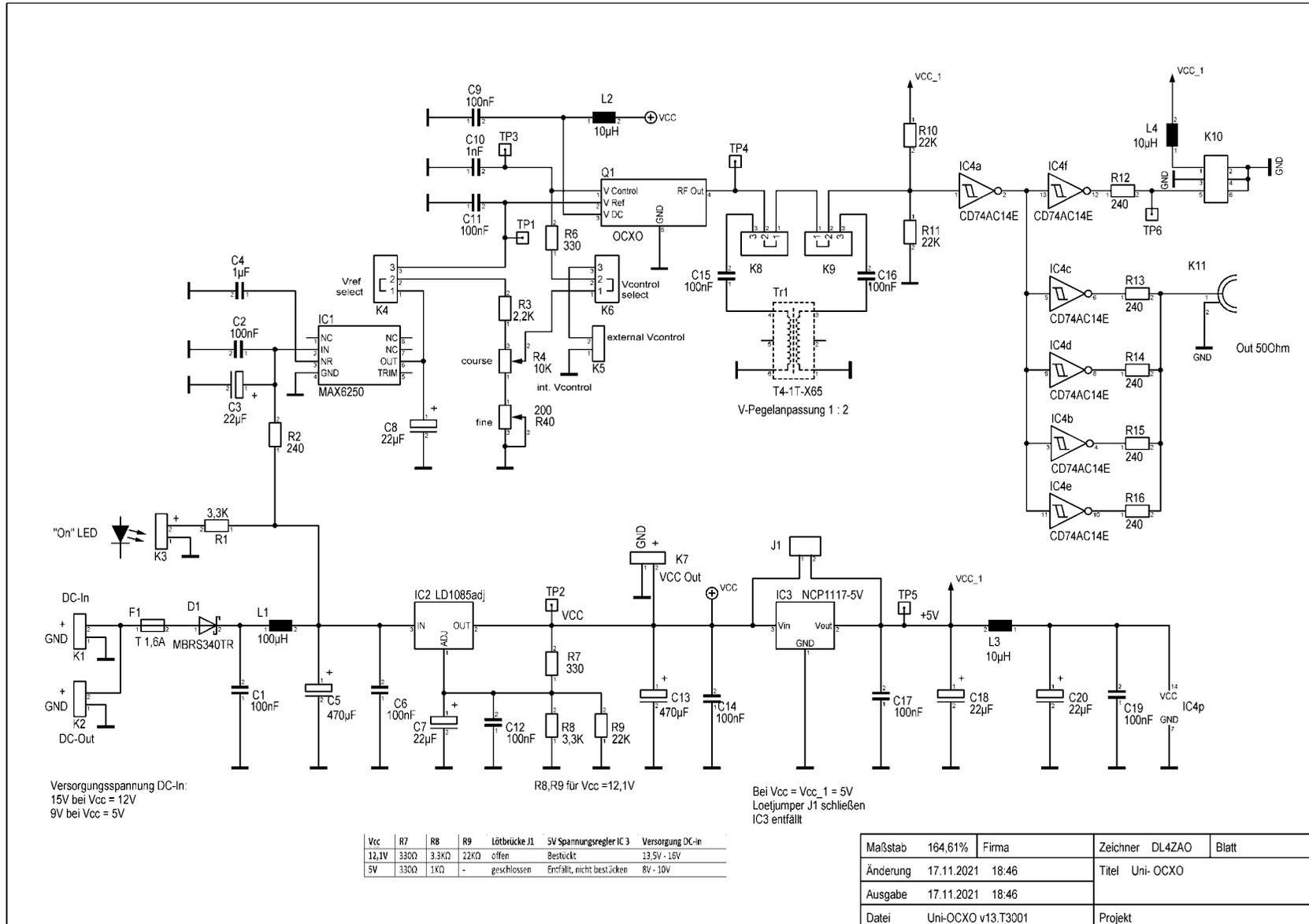
Das Kernelement der Schaltung ist der Ofen-stabilisierte 10MHz Quarzoszillator (OCXO). Es ist das qualitätsbestimmende Bauteil in Bezug auf die Kurzzeitstabilität (Jitter, Phasenrauschen) des Ausgangssignals.

Ein VC-OCXO hat einen Frequenz-Tuning-Eingang, über den der Quarzoszillator mit einer Abstimm-Spannung zwischen 0 bis 5 Volt in einem Bereich von wenigen Hertz gezogen werden kann (electronic-frequency-control, EFC). Damit kann der Oszillator auf seine Sollfrequenz justiert werden. Über diesen Control-Eingang kann der OCXO optional auch mit einer Phasenregelschleife mit einem GPS-Zeitpuls synchronisiert werden (GPSDO). Damit erhält man ein stabiles und genaues Frequenznormal [2].

Die Quelle für die Abstimmspannung soll präzise, rauscharm und temperaturstabil sein. Mit IC1, einer Präzisions Referenzspannungsquelle wird die on-Board Abstimmspannung von 5V erzeugt. Mit den 12-Gang Spindelpotis R4 (grob) und R40 (fein) kann die Frequenz des VC-OCXO auf den Sollwert justiert werden.

Manche OCXO Typen haben eine eigene Referenzspannungsquelle im Gehäuse integriert und führen Vref auf einem Pin für die Verwendung als Abstimmspannung bereit. Mit der Steckbrücke K4 kann zwischen der On-Board Referenz und einer Referenzspannung aus dem OCXO gewählt werden. Welche OCXO Typen eine interne Referenzspannung bereitstellen, entnimmt man aus der OCXO Tabelle im Anhang bzw. dem Datenblatt des Oszillators.

Schaltbild



Bestückungszeichnung

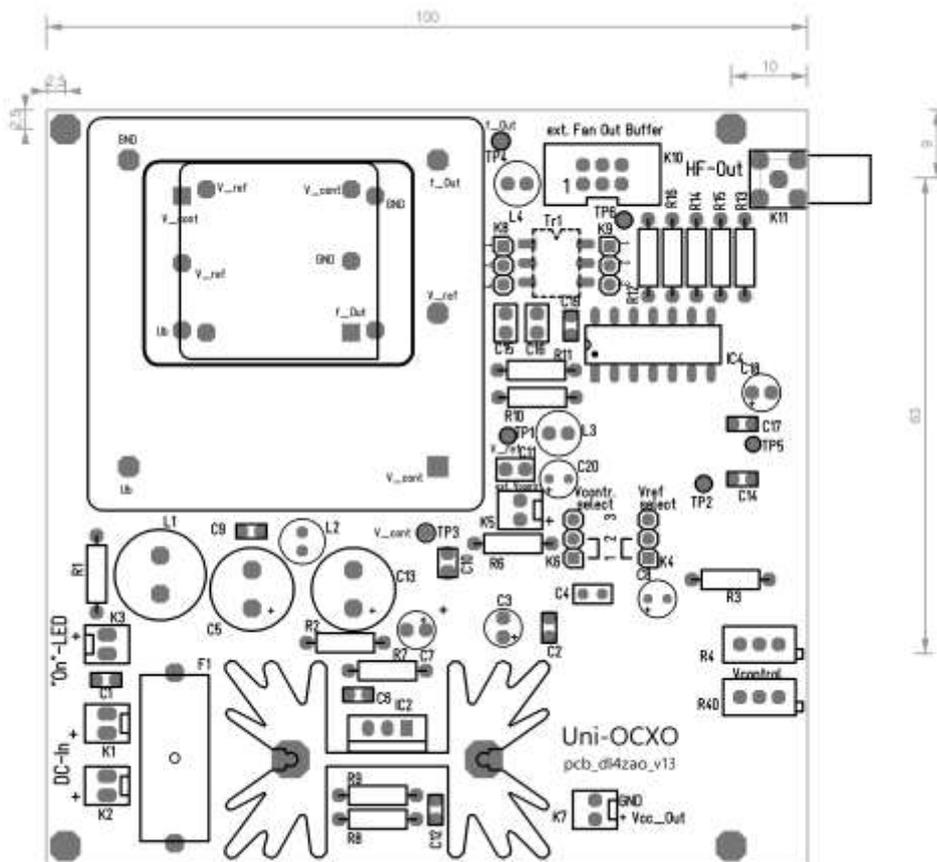


Bild: Bestückung Leiterplatte Oberseite (Top)

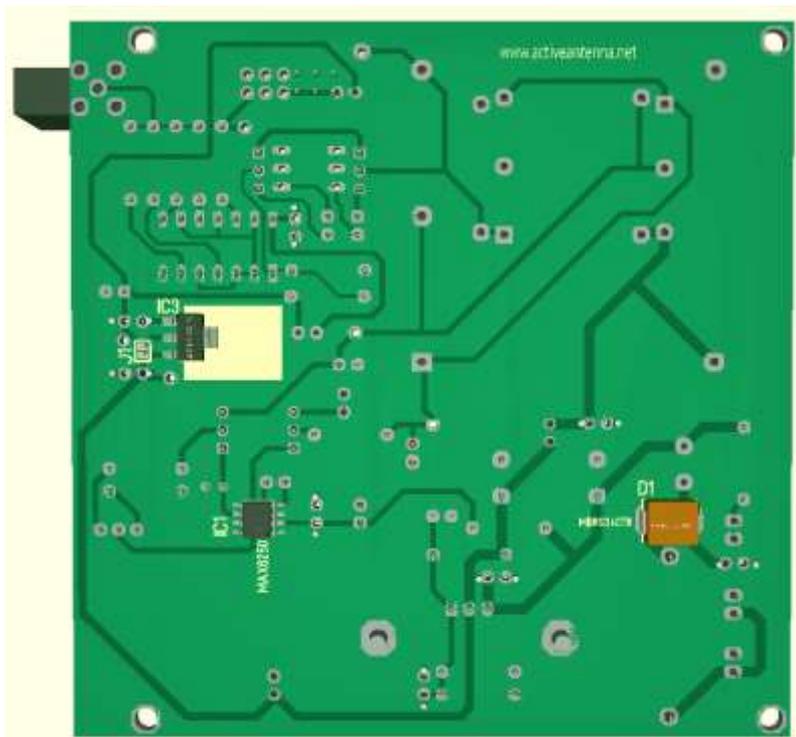


Bild: Bestückung Leiterplatte Unterseite (Bottom)

Aufbau

Die Leiterplatte ist für die Aufnahme von 12V und 5V OCXO mit den gängigen standard-Footprints ausgelegt:
 25,4 x 25,4 mm
 36 x 27mm (Europack)
 51 x 51mm

Im Abschnitt „Tabelle verwendbarer Oszillatorarten“ sind kompatible OCXO gelistet. Modernere OCXO in kleineren Gehäuseformen können mit Hilfe einer Adapterplatine angepasst werden.

Einstellung der Oszillator Versorgungsspannung (Vcc)

Vcc	R7	R8	R9	Lötbrücke J1	5V Spannungsregler IC 3	Versorgung DC-In
12,1V	330Ω	3,3KΩ	22KΩ	offen	Bestückt	13,5V - 16V
5V	330Ω	1KΩ	-	geschlossen	Entfällt, nicht bestücken	8V - 10V

Vcc = 12V

Das Uni-OCXO Modul wird über einen linearen Spannungsregler IC2 versorgt, dessen Ausgangsspannung über die Widerstände R8 und R9 festgelegt ist. Es werden Normwerte aus der E24 Reihe verwendet. Die im Schaltbild und in der Stückliste aufgeführten Widerstands-Werte ergeben 12,1V Vcc.

Versorgung DC-In: stabilisierte und gesiebte Gleichspannung, +13,5V - +16V. Höhere Versorgungsspannungen können im Spannungsregler zu übermäßiger Wärmeentwicklung führen.

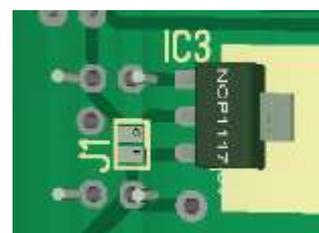
Vcc = 5V

Wird ein OCXO mit einer Betriebsspannung von 5V verwendet, ist der Wert von R8 auf 1KΩ zu ändern, R9 entfällt. Die Lötbrücke J1 auf der Unterseite der Leiterplatte ist zu schließen um Spannungsregler IC3 zu überbrücken. IC3 kann entfallen.

Versorgung DC-In: stabilisierte und gesiebte Gleichspannung, +8V - +10V. Höhere Versorgungsspannungen können im Spannungsregler zu übermäßiger Wärmeentwicklung führen.

Bestückungshinweise

- bei der Verwendung eines OCXO mit CMOS oder HCMOS-Ausgangspegel sind R10, R11 nicht erforderlich und können entfallen.
- Der Transformator Tr1 zur Pegelanpassung ist nur erforderlich, wenn der der Spitze-Spitze Pegel des OCXO Signals nicht ausreicht, um den nachfolgenden Schmitt-Trigger durchzusteuern. Das ist bei manchen OCXO mit Sinusausgang mit einem Pegel von weniger als 6dBm der Fall. Bei Oszillatoren mit CMOS Ausgang oder mit Sinusausgang von >6dBm kann der Trafo entfallen.
- Bei einer OCXO Betriebsspannung Vcc von +5V muss der Lötjumper J1 auf der Unterseite der Leiterplatte mit einer Lötzinnbrücke geschlossen werden. Die 5V Versorgung des Ausgangsbuffers wird in diesem Fall vom Regler IC2 übernommen. Der 5V Spannungsregler IC3 kann entfallen.



- Der Einstellbereich der Abstimmspannung über R4 ist durch die Widerstände R3 und R5 auf eine Spannung zwischen 0,4 bis 4,3V eingegrenzt. Bei der Verwendung eines OCXO, der die volle Variation der Abstimmspannung von 0 bis 5V benötigt, um auf die Sollfrequenz gezogen zu werden, können bei Bedarf die Widerstände R3 und R5 durch eine Drahtbrücke ersetzt werden.
- Falls eine Anbindung des VC-OCXO über eine PLL an den Timepuls eines GPS Empfängers gewünscht ist, kann an TP6 die Ausgangsfrequenz zum Phasenvergleich abgenommen werden. Die externe Abstimmspannung aus der PLL kann über K5 (ext. VControl) zurückgeführt werden. Jumper K6 (Vcontrol-select) ist für externe Abstimmspannung in Stellung 2-3 zu stecken. Damit wird die externe Regelschleife geschlossen und der standalone OCXO wird zum GPSDO. Die Versorgungsspannung eines GPS-Moduls und der PLL kann über die Pfostenstecker K7 (Vcc-Out) oder K2 (DC-Out) erfolgen. Sie Abschnitt „Weiterführende Informationen“ unter [2].

Funktion der Steckverbinder und Jumper

- J1 Lötbrücke – zur Überbrückung von Spannungsregler IC3 bei 5V OCXO Versorgung
Default: offen, bei VCC = 5V schließen um den 5V Spannungsregler zu überbrücken.
- K1 - 2-polige Pfostenleiste DC-IN
Zuführung der Betriebsspannung des Moduls
- K2 - 2-polige Pfostenleiste DC-IN
Parallel zu K1. Bei Bedarf Ausgang zur Versorgung einer weiteren Baugruppe
- K3 2-polige Pfostenleiste „On“ LED
Anschluss einer LED als Betriebsanzeige
- K4 – „Vref select“. 3-polige Pfostenleiste mit Steckbrücke
Auswahl der Referenzspannungsquelle:
Jumper 2 – 1 = On-Board 5V Referenz (default)
Jumper 2 – 3 = Referenz aus dem OCXO
- K5 - 2-polige Pfostenleiste „external Vcontrol“
Eingang für externe VC-OCXO Abstimmspannung
- K6 - „Vcontrol_select“. 3-polige Pfostenleiste mit Steckbrücke
Auswahl der Quelle für die VC-OCXO Abstimmspannung: intern on-Board - extern
Jumper 2 – 1 = intern (default)
Jumper 2 – 3 = extern
- K7 - „Vcc-Out“. 2-polige Pfostenleiste
Ausgang von Vcc nach dem Spannungsregler. Bei Bedarf zur Versorgung externer Baugruppen.
- K8 und K9 - V-Pegelanpassung. 3-polige Pfostenleiste mit Steckbrücke
Zum Einschleifen eines Breitbandtrafos zur Pegelanpassung zwischen OCXO Ausgang und HCMOS Schmitt-Trigger Eingang. Es müssen immer beide Jumper gleichermaßen umgesteckt werden.
Jumper 2 – 1 = (default)
Jumper 2 – 3 = Trafo zur mit aufwärts-Spannungstransformation

- K10 6-polige Wannenstecker „Fan-Out Buffer Board“, (+5V Vcc, GND, f-Out)
Anschluss für eine Erweiterungsplatine mit aktivem Treiber für zusätzliche HF-Ausgänge
- K11 SMA – „HF-Out“
Ausgangssignal des Uni-OCXO an 50Ω

Test- und Messpunkte

- TP1: V-ref
Referenzspannung zur Gewinnung der Abstimmspannung. Die Referenzspannung kann je nach Auswahl durch Steckbrücke K4 von der 5V On-Board Präzisionsreferenz (MAX6250) oder aus dem Referenzanschluss des OCXO gewählt werden, sofern dieser seine interne Referenz herausgeführt hat.
- TP2: Vcc Betriebsspannung des OCXO
Kann je nach Wert der Einstellwiderstände R8 und R9 auf die jeweils erforderliche Betriebsspannung eingestellt werden. Default: 12V.
- TP3: V_Control
Abstimmspannung des VC-OCXO.
- TP4: OCXO-Ausgang
Ausgangssignal des OCXO vor dem Ausgangstreiber.
- TP5: +5V
5V Betriebsspannung der HCMOS Digitalbauteile und für die Option „Fan-Out-Buffer“
- TP6: HCMOS Ausgangssignal
An TP6 besteht die Möglichkeit das Ausgangssignal des OCXO für die Erweiterung durch eine GPS-angebundene Phasenregelschleife abzunehmen.

Inbetriebnahme

- Im ersten Schritt die korrekte Bestückung der Bauteile sorgfältig kontrollieren und - am besten mit Hilfe einer Lupe - die Lötstellen und Leiterbahnen auf Kurzschlüsse und schlechte Lötstellen prüfen. Gegebenenfalls Flussmittelreste mit Iso-Propanol entfernen. Sorgfältig die richtige Polarität und Einbaurichtung der Dioden, Transistoren und der Elkos prüfen.
- Steckbrücken auf Standardposition (default) stecken.
- Die Betriebsspannungs-Versorgung wird über die DC-Anschluss-Pfostenleiste K1 angeschlossen. Dabei auf die richtige Polarität achten. Die DC-Stromversorgung soll stabilisiert und möglichst frei von Brumm und Störimpulsen sein. Billige Stecker-Schaltnetzteile ohne ausreichende Siebung und Entstörung können die Qualität des Ausgangssignals beeinträchtigen.
- Für die Inbetriebnahme empfiehlt sich die Speisung mit einem stabilisierten Labor Netzgerät mit einstellbarer Spannung und Strombegrenzung. Die Strombegrenzung wird auf 1,5A eingestellt. Dann die Spannung langsam von 0 auf max. 15V hochregeln. Wenn die Spannung dabei zusammenbricht ist noch ein gravierender Fehler vorhanden, der erst beseitigt werden muss. Bei höheren Versorgungsspannungen kann es zur Überhitzung des Spannungsreglers kommen.

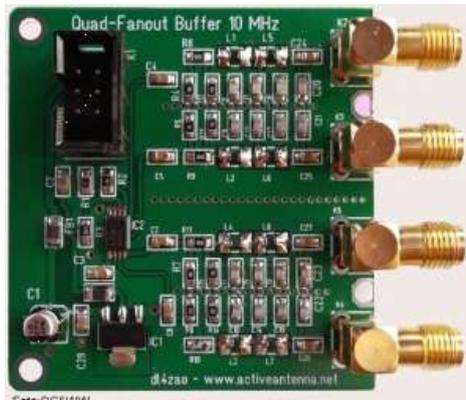
- Nach dem Einschalten, in der Hochheizphase des OCXO, fließt ein höherer Strom als im Dauerbetrieb. Nach wenigen Minuten, sobald der Quarzofen aufgeheizt ist, geht die Stromaufnahme auf Werte zwischen 300 und 500mA zurück.
- Spannungen an den Testpunkten TP2: Vcc und TP5: Vcc_1 (+5V) prüfen.
- Abstimmspannung Vcontrol an TP3 prüfen. Sie muss sich durch Drehen am Spindelpoti R4 (grob) und R40 (fein) verändern im Bereich von typisch 0,5V 4V einstellen lassen.
- Der OCXO braucht mindestens 30 Minuten und länger, bis er im thermischen Gleichgewicht ist. Es wird empfohlen, den OCXO vor dem Gebrauch als Frequenznormal über mehrere Stunden einlaufen zu lassen.
- Positionierung der Steckbrücken auf den gewünschten Betriebszustand. Justierung der genauen Ausgangsfrequenz an der SMA Ausgangsbuchse K11 mit Spindelpoti R4.

Zusatzbaugruppe 4 x Fanout-Buffer

Vierfach-Fanout Buffer für den Simple-OCXO oder andere 10 MHz Taktquellen um vier zusätzliche Signalausgänge mit Sinussignal. Die Verbindung zur OCXO Platine erfolgt über ein 6-poliges Flachbandkabel. Der Tiefpass zur Sinusformung kann auch für andere Frequenzen dimensioniert werden.

Link zur Baumappe (pdf):

https://www.dl4zao.de/downloads/Vierfach_Fan_Out_Buffer-BM.pdf



Referenzen und weiterführende Informationen

- [1] Michael Knietzsch, DL7UKM, GPSDO Projektseite auf: <http://www.dl7ukm.de/>
- [2] Günter Fred Mandel, DL4ZAO : „[Simple GPSDO - ein GPS synchronisierter Referenzoszillator](#)“
- [3] Günter Fred Mandel, DL4ZAO : „[4-fach Fan-Out Buffer](#)“
- [3] Ulrich Bangert DF6JB † „[Über die Stabilität von Oszillatoren und Frequenznormalen](#)“
- [4] IEEE, Tutorial „[Precision Frequency Generation Utilizing OCXO and Rubidium Standard](#)“
- [5] Bliley Guide to OCXO : <https://blog.bliley.com/choosing-best-quartz-crystal-oscillator>
- [6] Bernd Neubig, DK1AG: [Das große Quarzkochbuch, Kapitel 7 “Kurzzeitstabilität”](#)

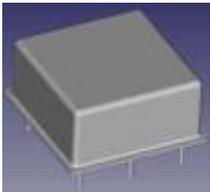
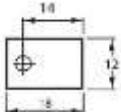
Praktische Tipps im kleinen Werkstattbrevier (pdf) zum Herunterladen
<http://www.dl4zao.de/downloads/Werkstattbrevier.pdf>

Stückliste

Pos	Anzahl	Bauteil Nr.	Wert / Type	Beschreibung / Typ	Pitch mm/ Package	Bildmuster (kann typbedingt abweichen)
1	11	C1 C2,C6,C9, C11, C12,C14, C15,C16,C17,C19,	100nF	Vielschicht Keramik C, X7R	RM 2,54	
2	2	C5,C13	470µF / 35V	Panasonic FM-A 470U 35	D11 RM 5	
3	1	C4	1µF/50V	Vielschicht Keramik, Z5U	RM 2,54	
4	4	C3,C7,C8,C18	22µF	Panasonic FM-A 22U 50	D5 RM 2,5	
5	1	C10	1nF	Vielschicht Keramik C, X7R	RM 2,54	
6	1	D1	MBRS 340T3	Schottky Diode, 3A 40V	DO-214AB	
7	1	F1	Sicherungshalter	Für Feinsicherungen 5x20mm		

8	1		Feinsicherung T 1,6A	G-Feinsicherungseinsatz träge 5 x 20mm – 10Stk. Packung (Rabatt)		
9	1	IC1	MAX6250BCSA	SO8 / Maxim / 5V Präzisionsreferenz	SMD SO8	
10	1	IC2	LD1085-adj LM1085-IT-ADJ	Spannungs-Regler, einstellbar LM 1085 IT-ADJ	TO220	
11	1	Für IC2	Strangkühlkörper TO220	Fischer SK-129 25,4 STS		
12	1	IC3	NCP 1117 ST50T3G	SMD Festspannungsregler 5V AMS	SMD SOT223	
13	1	IC4	74AC14	Hex Schmitt-Trigger Inverter, AC MOS	DIL14	
14	1	J1	LÖTJUMPER 2-FACH 1,27 open	LÖTJUMPER default = OPEN	1,27mm	Lötbrücke auf der Leiterplatten-Unterseite
15	5	K1,K2,K3,K5,K7	2pin Header	Platinensteckverbinder 2-pol Pfosten und Stecker mit Kabel	2,54mm	
16	4	K4,K6,K8,K9	Pfostenleiste	3-Pin Pin-Header	2,54mm	
17	4	K4,K6,K8,K9	Jumper	Kurzschlussbrücke	2,54mm	

18	1	K10	Wannenstecker 06-ST	Platinensteckverbinder 6-pol	RM2,54	
19	1	K11	SMA Buchse	SMA Einbaubuchse		
20	1	L1	100µH	Fastron / Serie 11PHC	D12R5,08	
21	3	L2,L3,L4	10µH	Fastron / Serie 05HCP bzw. 05HCP-T	D6R2,54	
22	2	R1, R8*(siehe Fussnote)	3,3K	Metallschicht-Widerstand	0207	
23	6	R2,R12,R13,R14,R15,R16	240	Metallschicht-Widerstand	0207	
24	1	R3	2,2K	Metallschicht-Widerstand	0207	
25	2	R5, R8* (siehe Fußnote)	1K	Metallschicht-Widerstand	0207	
26	2	R6,R7	330	Metallschicht-Widerstand	0207	
27	3	R9* R10,R11	22K	Metallschicht-Widerstand	0207	
28	1	R4	10K	Spindeltrimmer 12-Gang / Bourns 3296X-1-103	RM2,54	
29	1	R40	200Ω	Spindeltrimmer 12-Gang / Bourns 3296X-1-201	RM2,54	

30	1	Tr1 (bei Bedarf, siehe unter „Bestückungshinweise“)	T4-1-X65	Mini Circuits Breitbandtrafo Impedance Ratio 1:4	DIL6	
31	1	Socket für IC 4	DIL 14	IC Socket 14 polig	RM 2,54	
32	1	Socket für Tr1	DIL 6	IC Socket 6 polig	RM 2,54	
33	1	LED	3mm LED grün	2mA LED Als „On“ Betriebsanzeige	RM 2,54	
34	1	Abbruchleiste für K5, K11,K12,K13,	Pin header	Stiftleiste 40 polig zum Abbrechen für K5, K11, K12,K14	RM 2,54	
35	1	Q1	VC-OCXO	Diverse Siehe Tabelle von verwendbaren Oszillatortypen		
36	1	Für IC2	IB6	Isolierbuchse TO220		
37	1	Für IC2	Glimmer TO220	Glimmer Isolierscheibe für TO220		

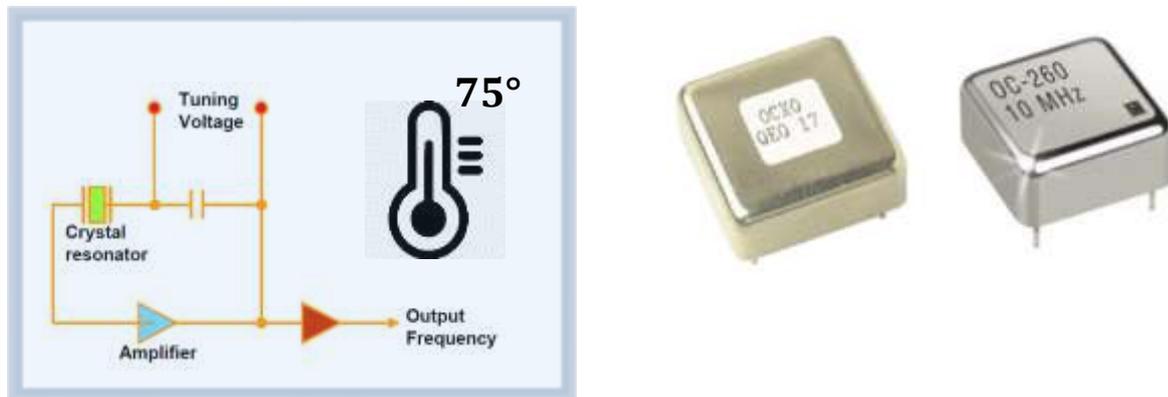
* Die Werte für die Widerstände R8 und R9 zur Spannungseinstellung sind für VCC = 12V in der Stückliste. Bei VCC von 5 V wird R8 zu 1 K Ω , R9 entfällt.

Link zu einem Warenkorb der Firma Reichelt: <https://www.reichelt.de/my/1784886>

Der Warenkorb ist ohne Gewähr und dient lediglich zur Orientierung. Die Bauteile sind auch von anderen Händlern oder zu günstigeren Preisen erhältlich. Der Reichelt-Warenkorb ist unvollständig, manche Teile aus der Stückliste sind nicht im Lieferprogramm von Reichelt gelistet. Positionen 13, 29, 34 sind nicht im Reichelt Warenkorb enthalten und müssen von anderen Quellen beschafft werden.

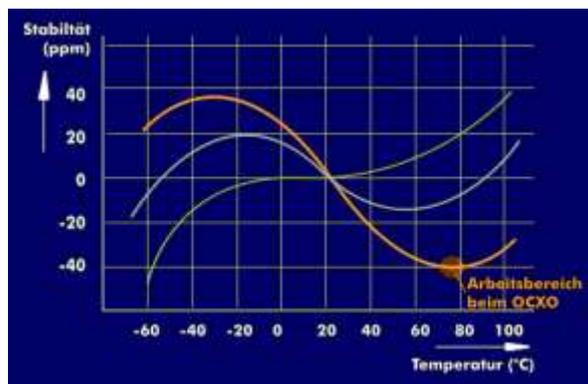
OCXO (Oven Controlled Crystal Oscillator)

Die Frequenzstabilität von Quarzoszillatoren wird von Temperaturschwankungen beeinträchtigt. Um eine hohe Frequenzstabilität zu gewährleisten befinden sich bei einem OCXO der Quarz und die Oszillator-Schaltkreise in einem geschlossenen, geheizten Gehäuse (Ofen), in dem eine Temperatur oberhalb der Umgebungstemperatur hochkonstant gehalten wird.



Grafik: Voltage Controlled-OCXO

Die für diese Anwendungen bestimmten Quarze haben eine Temperaturabhängigkeit, die sich nahe der Ofentemperatur umkehrt (SC-Schnitt). Diese Umkehrtemperatur liegt zwischen 70°C und 80°C. Der Quarz muss also aufgeheizt und seine Temperatur mit einem Thermostat konstant gehalten werden. Die Frequenz-Konstanz des Quarzes ist bei dieser Temperatur sehr hoch und ändert sich bei Temperaturschwankungen um diesen Punkt relativ wenig. Ofen-gesteuerte Quarzoszillatoren haben eine Aufwärm-Zeit von einigen Minuten, bevor sie ihre hohe Frequenzstabilität von bis zu 1×10^{-8} erreichen. Nachteilig ist der hohe Stromverbrauch eines OCXO, darum sind sie für batteriebetriebene Anwendungen weniger geeignet.

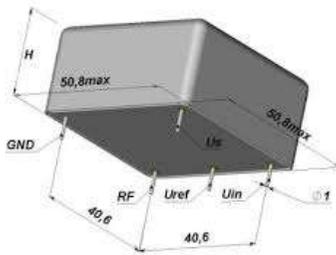


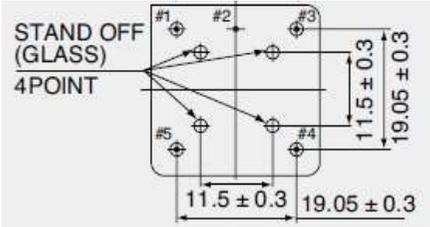
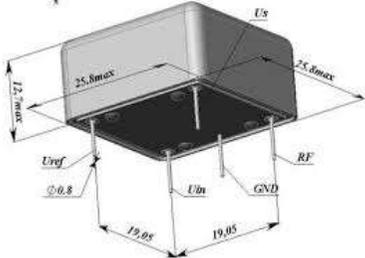
Viele OCXO haben einen Steuereingang (external frequency control, EFC), über den mit Hilfe einer Abstimm-Spannung die Frequenz in einem Bereich von unter 1ppm nachgezogen werden kann (VC-OCXO). Mit der Abstimm-Spannung ist es möglich, den OCXO auf genaue Sollfrequenz zu justieren. So lässt sich z.B. die Alterung des Quarzes ausgleichen oder der OCXO kann über eine PLL an einen hochgenauen GPS Timepuls angebunden werden.

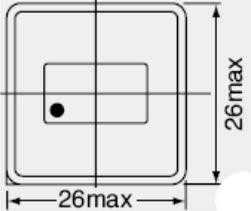
Die Quelle für die Abstimmspannung muss sehr präzise, rauscharm und temperaturstabil sein. Manche OCXO Typen haben eine eigene Referenzspannungsquelle im Gehäuse integriert und führen Vref auf einem Pin für die Verwendung als Abstimmspannung zur Verfügung.

Tabelle verwendbarer Oszillatortypen

Die Liste zeigt exemplarisch Typen von ausgemusterten oder Neuware Oszillatoren, die für die Verwendung im Uni-OCXO Modul geeignet sind. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, alle Angaben sind ohne Gewähr. Erfahrungsberichte von Usern sind willkommen. Mehr Info und Daten von TCXO auf der Webseite von DL7UKM [1]

Hersteller/ Typ	VCC	Warmup / steady state	Intern V _{Ref}	V _{Control} (EFC)	Output Waveform / Output-Level	Oszillator Typ	Gehäuse- Footprint	Bildmuster kann typbedingt abweichen
MORION/ MV89A	+12 V	<1,5 A / <350 mA	+5 V	0 – 5 V * * frühe Serien auch 0 – 10 V	Sinus / > 0dbm typ. 3dBm	Double- Oven VC-OCXO	51 x 51 x 38	
MORION MV180	+12 V	<700 mA / <250 mA	+5 V	0 – 5 V	Sinus / 7dBm	Double- Oven VC-OCXO	51x51x38	Weitgehend baugleich MORION MV89A
TRIMBLE/ 34310-T	+12 V		+ 5V	0 – 5 V	Sinus	Double- Oven VC-OCXO	51x51x38	
Bliley/ NV47A1282	+5 V	5W / 2W	+4 V	0 – 4 V	Sinus / 7 dBm	VC-OCXO	36 x 27 x 20 (Europack)	

Hersteller/ Typ	VCC	Warmup / steady state	Intern V _{Ref}	V _{Control} (EFC)	Output Waveform / Output-Level	Oszillator Typ	Gehäuse- Footprint	Bildmuster kann typbedingt abweichen
CTI/ OSC5A2B02	+5 V	<500 mA / <250 mA	None	0 – 4 V	Square Wave / CMOS	VC-OCXO	25 x 25	
Isotemp/ OCXO 131-100	+5 V		None	0 – 4 V	Square Wave / CMOS oder Sinus 10dBm	VC-OCXO	36 x 27 x 20 (Europack)	
Isotemp/ OCXO 143-141	+5 V	<700 mA / 1W	Option	0 – 4 V	Square Wave / CMOS	VC-OCXO	25 x 25	
MORION/ MV85	+5 V	<600 mA / <200 mA	+4, 5 V	0 – 4,5 V	Sinus / > 0dbm typ. 3dBm	VC-OCXO	25 x 25	

Hersteller/ Typ	VCC	Warmup / steady state	Intern V _{Ref}	V _{Control} (EFC)	Output Waveform / Output-Level	Oszillator Typ	Gehäuse- Footprint	Bildmuster kann typbedingt abweichen
NDK/ ENE3311	+5 V	<600 mA / <250 mA	None	0 – 4 V	Square Wave / CMOS	VC-OCXO	25 x 25mm	

Änderungshistorie

01/2021 – v01i Berichtigungen in der Bestückungszeichnung, (R3 - R5 und C16 - C19 sind auf dem Platinaufdruck vertauscht)
11/2021 – v02 Neu: Trimpoti R40 zur Feineinstellung der Abstimmspannung. PCB Version v13

Anhang - Hintergrundwissen zum Verständnis der Begriffe

Genauigkeit und Stabilität eines Oszillators sind nicht das Gleiche

Der folgende Absatz zitiert aus einer Abhandlung von Ulrich Bangert DF6JB † „Über die Stabilität von Oszillatoren und Frequenznormalen“ [3].

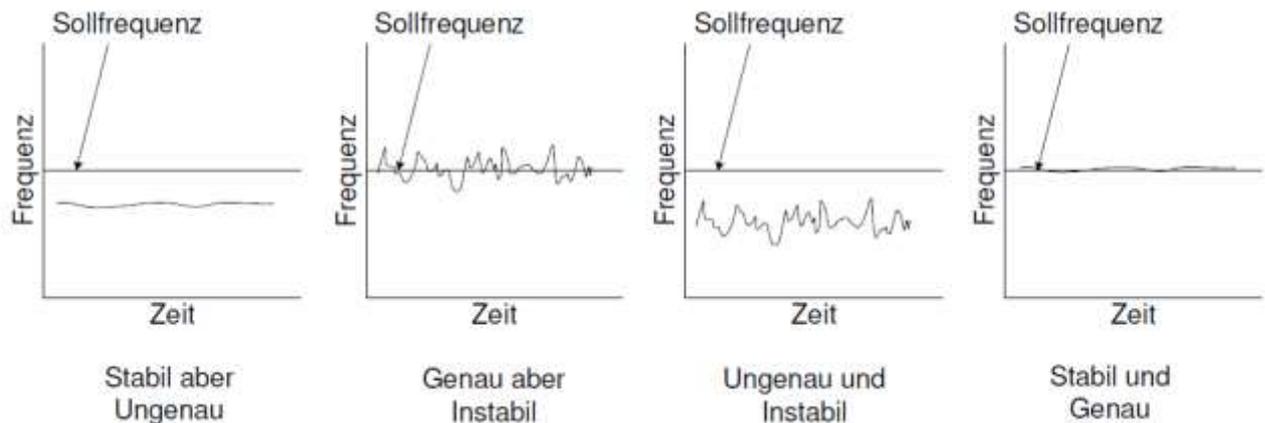


Bild: Genauigkeit und Stabilität

- Genauigkeit: Abweichung vom Soll-Wert der Frequenz
- Stabilität: Statistische Verteilung der Abweichungen vom Sollwert über einen bestimmten Zeitraum
- Als Maß für die Stabilität eines Oszillators dient die Allan-Deviation

Genauigkeit und Stabilität eines Oszillators werden allgemein ausgedrückt als Verhältnis ppm (10^{-6}) oder ppb (10^{-9}) relativ zum Sollwert der Frequenz. Wie sich bei Frequenz-Messungen an realen Oszillatoren zeigt, erhalten wir nicht immer den gleichen Messwert, sondern die Messwerte schwanken mit einer gewissen Breite um einen mittleren Wert herum.

Die Angabe einer Stabilität ohne die gleichzeitige Angabe der Beobachtungszeit für diese Stabilität ist nutzlos. Angaben wie „Die Kurzzeitstabilität beträgt 1×10^{-11} “ sind wertlos, soweit man nicht genau spezifiziert, welche Beobachtungszeit man exakt unter „Kurzzeit“ verstehen möchte. Man kann auch nicht die Stabilität für einen ganzen Zeitbereich angeben, sondern es ist eine Größe, die ganz konkret an eine einzelne Beobachtungszeit gekoppelt ist. Das gilt ganz analog natürlich auch für die oft zitierte „Langzeitstabilität“. Der Beobachtungszeitraum ist der Zeitabstand derjenigen Messwerte, die man für die Berechnung der Allan-Deviation benutzt.

Allan Deviation und Sigma Tau Diagramm

Das nach dem Physiker David Allan benannte Maß dient zur Charakterisierung der Stabilität eines Oszillators oder einer Uhr. Eine geringe Allan-Varianz ist ein Merkmal eines Oszillators mit hoher Stabilität über den gemessenen Zeitraum. Die Allan-Varianz hängt von der zeitlichen Auflösung der Messdatenerfassung ab. Sie beruht auf einer statistischen Mittelwertbildung ähnlich wie bei der Standardabweichung. Bei der Standardabweichung wird über die Quadrate der Abstände der

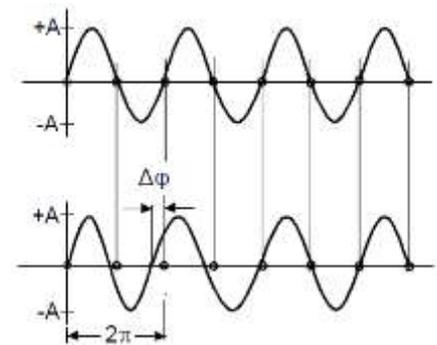
einzelnen Messwerte vom Mittelwert summiert. Allan ersetzte dies durch eine Summation über die Quadrate der Abstände aufeinander folgender Messwerte. Es werden also die Mittelwerte jeweils zweier aufeinanderfolgender Messungen gebildet. Die Allan Deviation ist die Quadratwurzel aus der Allan Varianz.

Die Allan Deviation eines Oszillators stellt man übersichtlich in einem Sigma-Tau-Diagramm grafisch dar. Das Sigma-Tau-Diagramm stellt in einem doppelt-logarithmischen Diagramm über den interessierenden Bereich von Beobachtungszeiten die Allan-Deviation σ (Sigma) eines Oszillators auf der vertikalen und die gemittelte Beobachtungszeit τ (Tau) auf der horizontalen Achse dar.

Bild: Allan Deviation des G3RIJ Simple OCXO. Freilaufend und mit GPS-Anbindung

Phasenrauschen

Jitter bei einem Oszillator bedeutet, dass die Nulldurchgänge des Oszillatorsignals kleinen statistischen Schwankungen unterliegen. Jitter äußert sich als Phasenrauschen. Phasenrauschen bedeutet, dass ein Oszillator neben der beabsichtigten einzelnen Frequenz weitere, benachbarte Spektralanteile aufweist. Je höher die Güte eines Oszillators ist, desto geringer ist sein Phasenrauschen.



Jitter bei einem Oszillator verursacht Phasenrauschen und bestimmen die Kurzzeitstabilität eines Oszillators. Mit Kurzzeitfrequenzstabilität werden diese kurzzeitigen, im Bereich von Sekundenbruchteilen bis in Minutenintervallen stattfindenden statistischen Frequenzschwankungen bezeichnet.

Phasenrauschen oder Jitter eines Empfänger-Oszillators haben einen direkten Einfluss auf das Systemverhalten des Empfangssystems. Hohes Phasenrauschen beeinflusst z.B. die Grundempfindlichkeit, das Signal/Rauschverhältnis, Nachbarkanal Interferenz und die Bitfehlerrate bei der Datenübertragung.

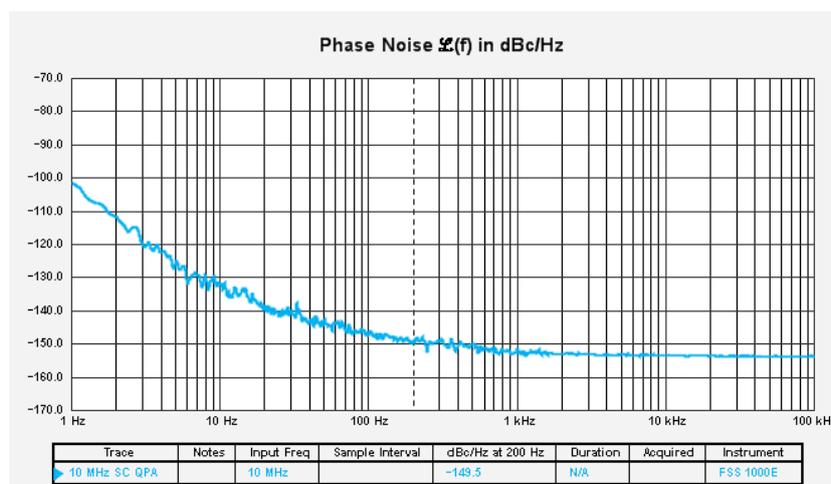


Bild: typisches Phasenrauschen (Seitenbandrauschen) eines guten OCXO.